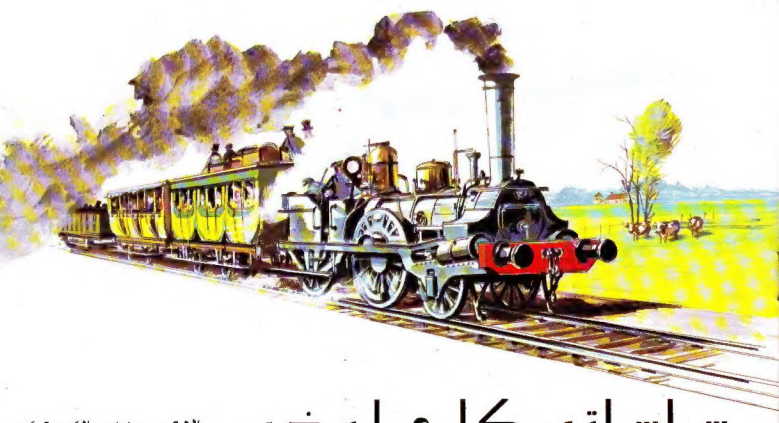


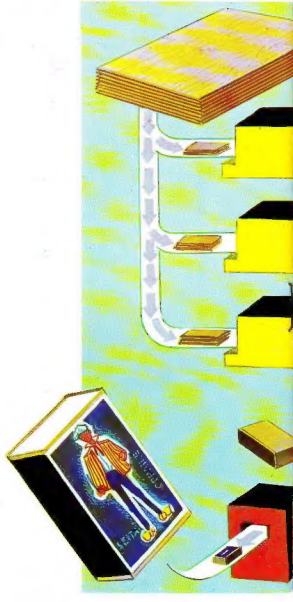
سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

مِنَ الحِرَفِ اليَدَويّة إلى الصِّناعَة

⑭

- بطاريّة "فولتا"
- عِيدانُ الثِّقاب
- السِّكّة الحديديّة والقاطِرة البُخاريّة



منشورات مكتبة سمير
شارع عبدو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

لَفَتَ اختراع «فُلطا» انتباه بونابرت، فاستدعاه القنصل الأوّل الى باريس، الى «قصر التويلري»، عام ١٨٠١، حيث طلب منه أنْ يشغّلَ بطّاريّته، أمام لجنة علميّة، مؤلّفة من بعض أعضاء المعهد.

بطاريّة "فولتا"، جدّة بطاريّاتنا الجافّة

قيل عن «غَلفاني»، «إنّه قد علّم الضفادعَ الرقصَ»؛ لأنّه عمِل، سحابةَ سنَوات، وخِلالَ عشَرات التجارب المختلِفة، على ترقيص أفخاذِ الضفادع المشرَّحة، عندما كان يلمُسها بمعادنَ متنوِّعة. أثارتْ إنتفاضاتُ أفخاذِ الضفادعِ تلك، إهتمامَ علَماء الفيزياء في أيّامه، كما أثارت نقاشاً[1] علميّاً حاداً: ألا تكونُ هناك «كهرباء حيوانيّة»، خاصّةٌ بالكائناتِ الحيَّة، شبيهةٌ بالسائِب[2] العصَبيّ، مختلفةٌ

في نوعِها عن الكهرباء التي تظهر في أثناء العواصف ، وعن تلك التي كان بالإمكان إنتاجُها بالحيلة ؟ أمّا « غلفاني » ، فقد كان مقتنعاً بذلك ، الاقتناعَ كلَّـه .

كان مُواطنُه ، « أَلِسَّنْدُرو فُلطـا (١٧٤٥ – ١٨٢٧) مخترِعاً شهيراً يَدين [٣] له العِلْمُ بعددٍ من الأجهزة العِلميّة المدهشة . ولذا ، فقد عكَف [٤] على ملاحظات زميله « غلفاني » ، يفكّرُ ويبحث ، وفي اعتقاده أنّ « الكهرباءِ الغلفانيّة » لا تختلفُ البتّةَ عن الكهرباء « العاديّة » . فقادتْه إحدى تجاربه العظيمـة إلى أنْ يُلاحظَ أنَّ الكهرباء يمكنُ أنْ تظهرَ ، بمجرّدِ تلامُسِ معدنين مختلفَين ، كالنحاس والزنك والفضّة والذهب . كما لاحظ أنَّ تلامُسَ ناقِلين مختلفَين ، « ناقل جافٍ » و « ناقِل رطب » ، يُحدث انسياب السائِب الكهربائيّ ، أو جَرَيانـــه .

كانت ظاهرةُ غلفاني إذاً مستقلّةً تَمامَ الاستقلال عن ضفدعته : وما كانت الضفدعة غيرَ واسطة لبُروزِ هذه الظاهرة . لم تكن الكهرباءُ ناتجةً عن الضفدعةِ بأيِّ شكل ، بل كانت ناتجةً عن المعادن التي كانت تلامسُ أعصابَ الضفدعة . هكذا ساق البحثُ « فُلطا » إلى أنْ يحقّقَ ، سنة ١٧٩٩ ، جهازاً مؤلّفاً من ستّةٍ من الاسطوانات الفضيّة والزنكيّة المتحالفة ، والمجموعة اثنتَين اثنتين ، تفصل الزوجَ عن الزوج الذي يليـه ، دائرةٌ من اللَبّـاد المشرَّب بماءٍ حِمضيّ . فإذا وُصِلت أولى اسطوانات العمود وهي (الفضيّة) ، بآخر اسطوانة فيه (وهي الزنكيّة) ، بواسطة سلكٍ ما ، مرَّ في ذاك السلك تيّار...

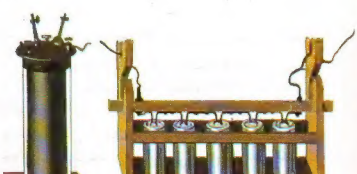
عُرِضت « بطّاريّة فُلطا » هذه ، في مطلع عام ١٨٠٠ ، فأَمَّنت لصاحبها الشهرةَ والمجد . حتّى ذلك التاريخ ، لم تكن زجاجة « ليدي » المعروفة « بالجرّة الكهربائيّة » ، ولم تكن آلاتُ الحكّ ، كآلة « رافِسْدن » ، قد استطاعت أن تعطي أكثر من دُفعاتٍ كهربائيّـة متقطّعة . أمّا الآن ، فقد صار بالإمكان توليدُ تيّارٍ كهربائيّ متّصل . « ببطّاريّة فُلطا » ، وُلِدت وسيلة درسٍ جديدة ، ستكونُ مُنطلَقاً لتطبيقاتٍ لا حصرَ لهـا !

ما عُرِفَت البطّاريّة ، حتى غدَت موضوع تجاربَ مدهشة : فعندما كانت

تُسلَّط البطَّاريّة على جثثٍ لم يمُرَّ على وفاة أصحابها غيرُ ساعات ، « كانت هذه الجُثَثُ تنتصِب ، وتحرِّك أطرافَها ، وتتلوّى بشكل مخيف » ...

ذاعت شهرة « فُلطا » ، وغمرَه بونابَرت بمظاهر التكريم والتقدير ، ودعاه إلى قصر « التويلري » عامَ ١٨٠١ ، ليقومَ باختباراتهِ ، أمامَ لَجنة خاصّة من معهد العلوم ، ثم خصّه بمنحة شهريّة منتظمة ، ورفعَه الى منصب مَشْيُخَةِ[٥] مملكة إيطاليا ، ومنحَهُ لقب « كُونت » . بعد ذلك بقليل ، أمر بونابرت بأنْ يُجهَّزَ معهد الهندسة العالي (معهد البوليتكنيك) ، ببطَّاريّة ضخمة من ستِّ مئة عنصر أو اسطوانة . وفي انكلترا ، صُنِعَت بطّاريّة أخرى أضخم من السابقة ، بلغ عددُ عناصرها الألفَين ، وقُدِّمت إلى « ديفي » ، الذي استطاع بفضلها ، عام ١٨١٢ ، أنْ يُفَجِّر بين فحمتَيها قوساً كهربائيَّة .

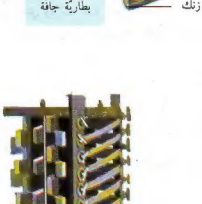
أمّا اليوم ، فبين أيدينا ، وفي خدمتنا ، نماذجُ متعدِّدة من البطَّاريّات ، منها البطَّاريّات الجافّة المصنوعة لمصابيح الجيب ، ولأجهزة الراديو و « الترانزستور .



بطّاريّة ذات أوعية منفصلة ، في مجموعة

بطاريّة غستون بلانتي ١٨٨٠

بطّاريّة جافّة



بطّاريّة حراريّة كهربائيّة تحمّى بالغاز

بعضُ نماذج من البَطَّاريّات . تتولَّدُ الطاقة الكهربائيّة في بطّاريّاتنا الجافّة العاديّة الحديثة ، كما كانت تتولَّد في بطّاريّة « فُلطا » ، من تفاعُل كيميائيّ يرافقُه تحرُّرُ إلكترونات ؛ إلاّ أنّ السائل الذي تحتويه ، يبقى مستقرّاً جامداً ، بفضلِ إحدى الموادّ الماصّة ، كنُشارة الخشب ، أو أيّ مادّة أخرى جيلاتينيّة .

بطّاريّة فُلطا ١٨٠٠

التفسير

١ – نقاش : خلاف في الرأي ، والتعبير عنه .
٢ – السائب : ما ليس جامداً أو غازاً .
٣ – يدين له العلم : يعترف له بدين أو فضل .
٤ – عكف على : مال الى ، أكبَّ على .
٥ – منصب مشيخة : رتبة تعطي صاحبها حق عضويّة مجلس الشيوخ .

الاسئلة

١ – ماذا لاحظ « غلفاني » على أفخاذ الضفادع ؟ وكيف فسَّر ذلك ؟
٢ – ماذا لاحظ « فُلطا » بشأن الكهرباء ؟ وكيف فسَّر ظاهره انتفاض أفخاذ الضفادع ؟
٣ – صفّ بطاريّة « فُلطا » .
٤ – ما الجديد الذي وفَّرته هذه البطّاريّة ؟
٥ – هل كان بونابرت يقدِّر العلماء ؟ أثبت ذلك .

بيع عيدان الكبريت

عِيدانُ الثِّقاب

كانت عيدانُ الثقاب الأولى تلك القطعَ الخشبيّـة الصغيرة الطريئة التي كُبِرت [1] طرفاها ، وراح الباعة المتجوّلون يبيعونها في شوارع روما القديمة . (كانت روما تستقدم الكبريت من الأراضي الكبريتيّـة في صقلّيـة) . طبعاً لم تكن هذه العيدانُ تشتعل من ذاتهـا ، بل كانت وظيفتُهـا نقلَ النار من موقد إلى آخر .

لم تظهر عيدان الثقاب الحقيقيّـة الأولى المعروفة « بالكيميائيّة » ، الاّ في القرن التاسع عشر . فسنة ١٨٠٥ خطر للكيميائيّ الفرنسيّ « شَنَسِل » أن يَطلي طرفاً من أطراف الأرومـات [2] المعدّة للأحراق ، بمعجون مكوَّن من الكبريت و « كلورات البوتاسيوم » يشتعل إذا لامستْه خرقةٌ مبلولة بحامض الكبريت ؛ ولم يكن هـذا المعجـون يخلو من الخطر بالنسبة إلى من يستعمله . وسنة ١٨١٦ ، صنع « ديرون » عـودَ الثقاب الفسفوريّ الذي يشتعل بالحكّ ، وسرعان ما تبيّن أنّه غيرُ عمليّ تماماً . وعام

١٨٣١ ، توصّل كلٌّ من الفرنسيّ « شارل صوريا » ، والنمسويّ « فون رومر » – وقد عمل كلٌّ منهما في ناحيته – إلى ما هو أفضل كثيراً ، إذ زوّدا العود « بزر » مركّب في الأساس من الفُسفور الأبيض وكلورات البوتاسيوم . بذلك تمَّ إرساءُ [٣] المباديءَ الأساسيّة ، لصناعة عيدان الثقاب ، ولم يبق إلاّ أن تُطَوَّر التحسينات التي ستظهر خلال الأعوام التالية .

وأهمّ ما سيتناوله البحث العلميّ الفسفور الأحمر ، وهو نَوْعَم الفسفور الأبيض الذي استُعمِل حتى ذلك التاريخ ، بالرغم ممّا كان يرافق استعمالَه من عَقَبات [٤] ومخاطر ، نظراً لسُرعة التهابه البالغة ، وللأذى الناتج عن معالجته . سنة ١٨٧٠ صُنِعت العيدان التي عُرِفَت « بعيدان الأمان » الخالية من الفسفور والتي ما كانت تشتعل الاّ بعد حكّها بمِحَكّ داخلَه فسفورٌ أحمر . وأخيراً عام ١٨٩٧ ، استعمل الفرنسيّان « سيفن » و « كاهن » « سيسكيسلفور الفسفور » لصناعة العيدان التي تشتعل عند ملامسة أيِّ سطح خشن .

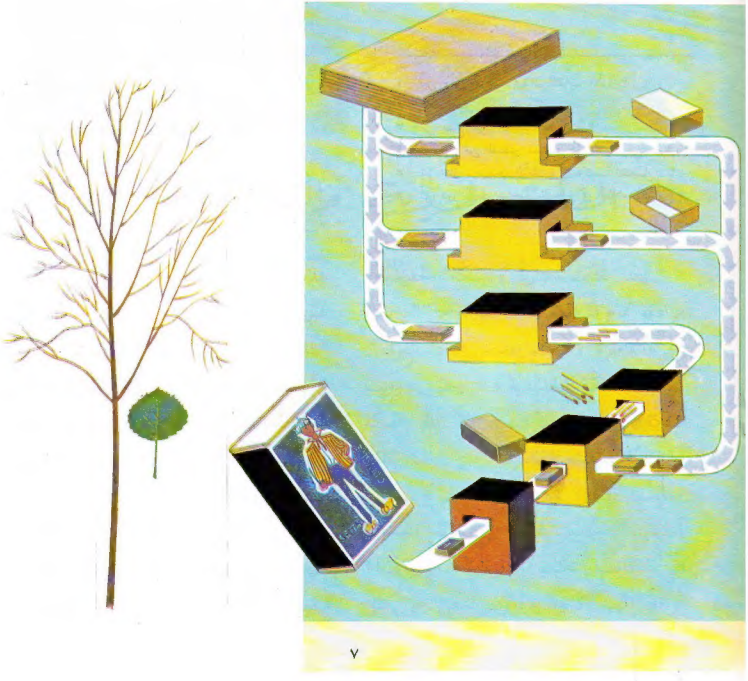
في فرنسا ، حيث صناعة عيدان الثقاب وبيعها موضوعا احتكار ، لم تعد مصلحة استثمار صناعة التبغ وعيدان الثقاب (SEITA) تُنتِجُ غيرَ عيدان أمان . فزرُّ العود مركّب تركيباً معقداً ، لانَّ المزيج الذي يُطلى به طرفُ العود ، بعد بَلِّه بالبارافين الذي ينقل اللَهَب إلى الخشب ، لا يتضمّن أقلّ من ست مستحضرات معدّلة [٥] تعديلاً علميّاً دقيقاً وهي : كلورات البوتاسيوم ، وبيأوكسيد المغنيزيوم وبيكرومات البوتاسيوم ، وسلفور الأثمد (antimoine) والجيلاتين ومسحوق الزجاج الذي يقوم بدور الحك ويعطي الزرّ الخشونة المطلوبة . هذا مع العلم بان خشب الحور المستعمَل من نوع ممتاز يُختار بدقّة . أمّا مَحَكُّ [٦] العلبة التي تُباع فيها العيدان ، فهو مركّب من فُسفور غير متبَلوِر ومن مادّة خشنة حاكّة جَمَع بينهما صَمغ .

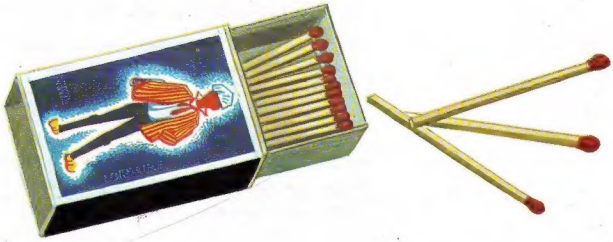
والجدير بالذكر أنّه بالرغم من المنافسة التي تقوم بها القدّاحة ، وبالرغم من حلول عهد الطبّاخ الكهربائيّ وفرن الغاز ذي الإشعال الآليّ ، لا يزالُ استهلاكُ عيدان الثقاب السنويّ في العالم ضخماً جدّاً ، فهو في فرنسا مثلاً يبلغ ٨٠ ملياراً ، ويبلغ ٤٥٠ ملياراً في الولايات المتحّدة ...

صورة بيانيّة لصناعة عيدان الثقاب وعلبها .

تحت ، الى اليسار :

هيكل شجرة الحور المعتمدة لصناعة العيدان في البلدان الشماليّة بخاصة ، كما تبدو في الشتاء . — لا بد من الملاحظة هنا ، بان الكرتون يميل الى الحلول محلّ الخشب في صناعة العلب . أمّا كيفيّة الحصول على العيدان الخشبيّة فتجري على النحو التالي : تبرى جذور الحور ألواحاً خشبيّة رقيقة ، ثم تُكدَّس الألواح ثم تمرّ تحت مقصلة فتقرم عيداناً رفيعة تنتقل الى آلة أخرى تلبسها معجوناً يجفّ فيعرف « بالزر » أو « بالرأس » .



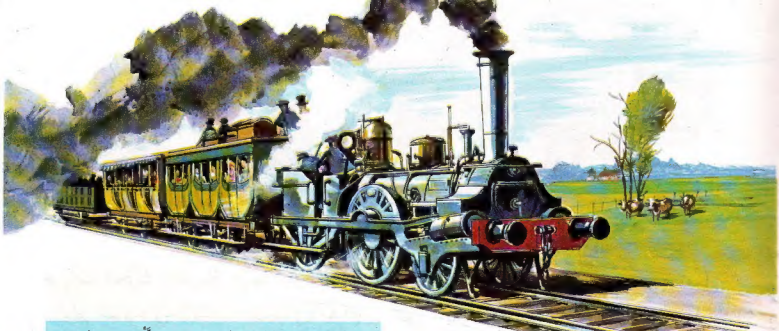


التفسير

١ – كَبَّرتَ العودَ : طلاه بالكبريت .
٢ – الأرومة : الجِذع ، أصل الغصن .
٣ – إرساء : مصدر أرسى الشيء : ركّزه .
٤ – عقبات : جمع عقَبة : صعوبة .
٥ – معدَّلة : ممزوجة بناءً لنسب معيَّنة .
٦ – مَحَكّ العلبة : موضع حكّ العيدان .

الاسئلة

١ – أين ومتى عُرفت عيدان الثقاب الأولى ؟
٢ – ماذا فَعل « شنسيل » ؟
٣ – مَن صنع عود الثقاب الفسفوريّ ؟
٤ – أيّ نوع من الفسفور استعمل أوّلاً ؟ ما هي مضارّه ؟
٥ – بم تمتاز « عيدان الأمان » ؟ وكيف تشتعل ، ؟
٦ – أيّ دور يلعب مسحوقُ الزجاج في الطلاء الكبريتيّ ؟



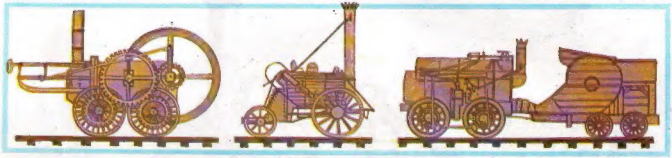
قطار « باريس – رُوان » (١٨٤٤)

كان بعض العلماء المشهورين قد تنبّأ بموت المسافرين اختناقاً في الأنفاق ، وبتسمُّم الهواء بالدخان الناتج عن احتراق الفحم . ولذا ، عندما أراد « ستيفنسن » أن يقوم بأولى تجارب قاطرته في انكلترا ، اضطرّ الى اعتماد أحد أبطال المصارعة الأشداء ، لتأمين حماية معدّاته . قبل عنه إنّه مجنون ، ولكنّ المستقبل أعطاه ملءَ الحق .

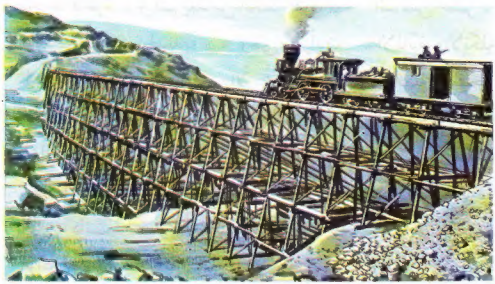
السِّكّة الحديديّة والقاطِرة البُخاريّة

لقد غدَت عبارةُ « السكّة الحديديّة » مرادفةً تمام المرادفة « لمجموعة من العربات تجرُّها قاطرة » ؛ فلم يعد من الخطأ القول : « ركب السكّة الحديديّة » ، وحتى « رأيت السكّة الحديدة تمرّ » ... الاّ أنّ السكة الحديديّة سبقت القاطرة بزمن . أَلَم تظهر معالمُها الأولى في العهد القديم ، بصورة أخاديد[1] حُفِرت عمداً في صفائح الحجارة التي كانت تكسو الطرقات الرومانيّة ؟ الواقع أنهم كانوا يدفعون السفن على مثل هذه الأخاديد ، لنقلها من بحر الى آخر ، عبر « برزخ كورنثيا » . ابتداءً من القرن السادس عشر ، ظهرت السكك في المناجم الالمانيّة والانكليزيّة ، تسهيلاً لحركة الطنابر المحمّلة بالفحم الحجري . صُنِعت هذه السكك من الخشب ، ثم من الحديد الصب (الفونت) .

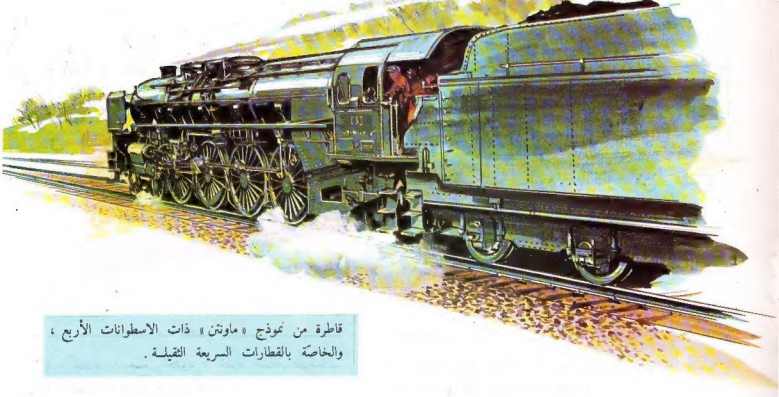
أمّا القاطرات الأولى ، فقد وُلِدت بُعَيْدَ ان بنى « نقولا كونيو » عربَتَه البخاريّة الثقيلة الأولى : كانت تلك القاطرات



عربات تتحرّك بالطريقة عينها ، وقد بناها « أولفر إلفانز » في الولايات المتحدّة (١٨٠٤) و « ريتشارد تريفيتيك » و « دي فيفيان » في انكلترا . ولقد اعتمد هذان الأخيران السككَ المستَعمَلة في المناجم . ثم قَلِق المسؤولون من انزلاق الدواليب على السكك الصقيلة ، عندما يُفرَض على العربات أن تجرّ أحمالاً ثقيلة ؛ فزوَّد « جون بَلانكنسوب » جهازَه بدولاب مسنَّن يتشبَّك بسكّة مسنَّنة ، فيما زوّد « برانتُن » جهازه بعِصيٍّ تعمَل على طريقة قوائم الفرَس ! أمّا « وليم شابمـان » فقد ألغى القاطرة بكل بساطة ، وأبدلها بمجموعة من الآلات الثابتة التي وُضِعت بين مسافة وأخرى على طول الخط ، والتي كانت تشدُّ قافلةَ العربات بواسطة حبـل ... وأخيراً لُوحِظ أنّه لو أُعطِيت القاطرةُ وزناً كافياً ، لتمكَّنت من الجَرْيِ دون التعرُّض للإنزلاق .



قاطرة « موغي تانك » التي أسهمت في ملحمة الغرب الأميركيّ بكاملهـا .



قاطرة من نموذج « ماونتن » ذات الاسطوانات الأربع ، والخاصّة بالقطارات السريعة الثقيلة .

أمّا مبتدع الجرّ بقوّة البخار على السكّة الحديديّة ، فلسوف يكون ، في الحقيقة ، الانكليزي « جورج ستيفنسن » (١٧٨١ – ١٨٤٨) . ان ابنَ السائق البسيط العاملِ في احد المناجم ، أكبَّ على العلم بشَغَف ، وتعلّم على نفسه ، فصار مهندساً ، وبنى آلةً أولى عُرفت باسم « بلاتشر » ، وقد جُرِّبت بنجاح سنة ١٨١٤ . وما لبثت ان تَلَتها قاطرةٌ أخرى جرَّت ، عام ١٨٢٥ ، أوّلَ قطارٍ للركّاب على خطّ « ستوكتن – دَرلِنْتن » . ثم خطرت « لستيفنسن » فكرتهُ الموفَّقه في توْجيهِ أنبوب نفْثٍ[٢] البخار دَاخل المدخنة ذاتها ، ممّا ضاعف قوّة سَحب النار ، كما طبّق على آلته البخاريّة هذه مبدأً التحمية الأنبوبيّة التي يعود فضلُ ابتكارها إلى المهندس الفرنسيّ « مارك سيفان » ، الذي ابتدع كذلك الجسور المعلقّة . ودُعِيت القاطرة المطوَّرة[٣] هذه « ذي روكت » أو « الصاروخ » . وهي ، في الحقيقة ، قاطرة قادرة على قطر حمولة تقارب ١٣٠٠٠ كيلو ، بسرعة ٢٤ كلم في الساعة ، فربحت قصب السبق في مباراة « رينهِل » عام ١٨٢٩ ، وقد توفرّت فيها عناصر القاطرات الحديثة الهامّة كلُّها .

ومن الأعمال الضخمة التي قام بها « جورج ستيفنسن » بناءُ الخط الحديديّ بين « ليفربول ومَنشِستر » (١٨٢٦ –

١٨٣٠) بكلّ ما فيه من الأعمال الفنيّة والشارات الضروريّة . هذا ، وقد لَزِم اسمَه في الشهرة اسمُ ابنه روبرت ، مخترع الجسور الانبوبيّة التي أكسبَتـه شهرتـه .

أوّل خط حديديّ انطلق من باريس ، كان خط « سان جرمان أنلي » الذي دشّن عام ١٨٣٧ . هذا ، ولن تلبث الخطوط الحديديّة أن تغطّي العالم بأسره ، حتى لتُقدَّرُ شَبَكتُها اليوم بأكثرَ من مليون كيلـومتر !

التفسير

١ – أخاديد : جمع أُخدود : حفرة ضيّقة طويلـة .
٢ – النَّفْث : قذف البخار بقوّة .
٣ – المطوَّرة : المحسَّنـة .

الاسئلة

١ – ما هو أصل السكك في التاريخ الروماني ؟ اذكر مثلاً عليها .
٢ – من بنى أوّل عربة بخاريّـة ثقيلة ؟
٣ – كيف حاول المخترعون منع القاطرة من الانزلاق ؟
٤ – كيف تعلّم جورج ستيفنسن ؟ وما هي الأعمال المدهشة التي حقّقهـا .
٥ – ما نفع تحويـل البخار المنفوث إلى مدخنـة القاطرة ؟

سلسلة من كل علم خبر

ولادة حضارة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • الشيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادة شفافة • التدولاب جهاز نقل • طيارة الورق ، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق ، طبعة الفكر • الطوابع ، سبيل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من رؤيا التبريك الى رؤيا العالم • رحلة ذاتيات التحوّل
٥ - من الأنظار إلى المنظار إلى المقراب • السلم الثابت يصبح آلة تحرّيا من الأرض • الصابون والنظافات الخاصة

الثقنيّة تقوم بأولى تحدّياتها الكبيرة

٦ - الطعنة المائية والطعنة الرواية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ الى ... غد
٧ - الأساعة الأثرية عدة للدلالة • البوصلة • طرق الكشوف ، في طليعتها ، فيلادلفيا ، فيلادلفيا الكشوف
٨ - « دولاب بسكال » هذه الآلات الحاسبة الالكترونية • من الظلمة الى البناية • آلات إعدات القراع
٩ - التحوّل على وسادة من الهواء • الجمهور في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط .

من الحرف اليدويّة الى الصّناعة

١٠ - الآلة البخارية • من المركب البخارية الأولى الى السفن الحربية • من « الساعفاة » الى « الصاعقة »
١١ - الحروف والطرق المطلعة ... • من حربة « كونيو » البخارية إلى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكترونية • شارب « فرنكلين » • من المنظار إلى الألوان الفضائية .
١٣ - تلغراف « شاپ » • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • البناية الأولى وزينتها .
١٤ - بطارية « فولتا » • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ - « ليغليك » و « الستيكوب » • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربيتات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يحقق حلم سيتام ... • آلة المناطحة • عدسة التصوير تفتح عليها كل شيء .
١٧ - لوحة الألوان التركيبة • المولد المتفجر جهز ملايين السيارات • التبشيع المحدّد .

العالم يُبدّل معالم وجهه

١٨ - الديناميت للسلام والحصار • حضارة بار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطباعة الالكترونية
١٩ - صناعة البذر • الديناصر مولد التيار والمحرك الكهربائي • من الفيلوتوب الى الفداتين .
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التلام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البذر • الويسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهائي الى الالكترونوغروف
٢٢ - محمرة الهواء وأجهزة الخطاط • مصعد الحديد في البناء • أنبوب أشعة الكس يقهر الكثافة .
٢٣ - من الفلاشكوب الى السينماسكوب • تسهيل الأعمال والصور • وطواط يحقق بالأمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يحرك من قراغة • الزلعالات البعيدة المدى تنقل على موجات الأثير • البيانو غراف
٢٥ - زجاج لا يحرق • آلات تؤلب العواصف • الصور السرية على الشاشة الصغيرة .

من الذرّة الى الفضاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • الرقعية الذرية • الجمهور الالكتروني عين قادرة على رؤية الغد بالة
٢٧ - الرادار الساهر • من الأوتين القديم إلى إرباع صيانى النفط العالمية • المفاعل النووي
٢٨ - الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأقمار التي تنوّلهم ضوءا طاقة إنشمن

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ، والمناطيد والغواصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والسكة الحديدان الثعاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدراجة الى التربينة ...

تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة وإعداد : سهيل سماحة

Copyright: Librairie Hachette.